

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-109763

(43)Date of publication of application : 11.04.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/14  
C09K 11/06  
H05B 33/22

(21)Application number : 2001-300546

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 28.09.2001

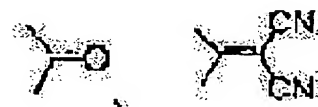
(72)Inventor : SUZUKI KOICHI

## (54) ORGANIC LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic light emitting element taking on various hues, giving light of high brightness at low impressed voltage, and excellent in durability.

SOLUTION: At least one of the layers consisting of organic compounds contains a condensation polycyclic compound expressed in formula (I). In the formula, R1 to R4 denote hydrogen atom, an alkyl group, a substituted or non-substituted aralkyl group, an aryl group, a heterocyclic group, a condensation polycyclic aromatic group, or a condensation polycyclic heterocyclic group. Provided, at least two of R1 to R4 denote condensation polycyclic aromatic groups or condensation polycyclic heterocyclic groups, and that, at least one of these condensation polycyclic aromatic groups or condensation polycyclic heterocyclic groups denotes a condensation polycyclic group having formula (I), (II) or (III). Ar1 denotes a bivalent to quadrivalent naphthylene group, fluorenylene group, anthracenylylene group, phenanthrenylene group, pyrenylene group, triphenylene group, thiophenylene group, pyridylene group, pyrazylene group, pyrimidylene group, and pyridazylene group.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-109763

(P2003-109763A)

(43) 公開日 平成15年4月11日 (2003.4.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 9 K 11/06	6 1 0	C 0 9 K 11/06	6 1 0
	6 3 0		6 3 0
	6 3 5		6 3 5
	6 4 5		6 4 5

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-300546 (P2001-300546)

(22) 出願日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 鈴木 幸一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三 (外1名)

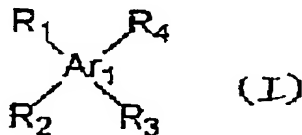
Fターム (参考) 3K007 AB02 AB03 AB11 DB03

(54) 【発明の名称】 有機発光素子

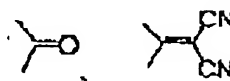
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 種々の発光色相を呈し、低い印加電圧で高輝度な発光が得られ、耐久性にも優れている有機発光素子を提供する。

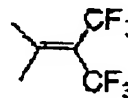
【解決手段】 有機化合物からなる層のうち少なくとも一層が、下記一般式 (I) で表わされる縮合多環化合物などを含有する。



(式中、 $R_1 \sim R_4$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、アリール基、複素環基、縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基を表わす。ただし、 $R_1 \sim R_4$  の少なくとも2つは、縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、



または、



を有する縮合多環基を表わす。 $Ar_1$  は、2価乃至4価のナフチレン基、フルオレニレン基、アントラセニレン基、フェナントレニレン基、ピレニレン基、トリフェニレン基、チオフェニレン基、ピリジレン基、ピラジレン基、ピリミジレン基、ピリダジレン基を表わす。)

1

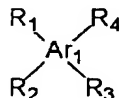
## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物からなる層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層の少なくとも一層が下記一般式

〔I〕で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含む有することを特徴とする有機発光素子。

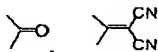
一般式〔I〕

【外1】



(式中、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わす。 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  は、同じであっても異なってもよい。ただし、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも2つは、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、

【外2】



または、

【外3】



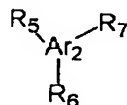
を有する縮合多環基を表わす。 $Ar_1$  は、2価乃至4価のナフチレン基、フルオレニレン基、アントラセニレン基、フェナントレニレン基、ピレニレン基、トリフェニレン基、チオフェニレン基、ピリジレン基、ピラジレン基、ピリミジレン基、ピリダジレン基を表わす。)

【請求項2】 陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物からなる層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層の少なくとも一層が下記一般式

〔I1〕で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含む有することを特徴とする有機発光素子。

一般式〔I1〕

【外4】

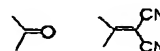


(式中、 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換ある

2

いは無置換の縮合多環複素環基を表わす。 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、同じであっても異なってもよい。ただし、 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  の少なくとも2つは、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、

【外5】



または、

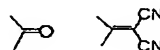
【外6】



を有する縮合多環基を表わす。 $Ar_2$  は、2価乃至3価のピラゾレン基、ピラゾリレン基、トリアジレン基、トリアゾレン基、オキサゾレン基、イソオキサゾレン基、チアゾレン基を表わす。)

【請求項3】 一般式〔I〕の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも3つが、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であり、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つが、

【外7】



または、

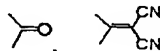
【外8】



を有する縮合多環基である請求項1に記載の有機発光素子。

【請求項4】 一般式〔I〕の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも2つが、

【外9】



または、

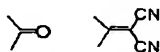
【外10】



を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基である請求項1に記載の有機発光素子。

【請求項5】 一般式〔I〕の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも3つが、

【外11】



または、

10

20

30

40

50

3

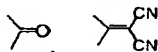
【外12】



を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基である請求項1または4に記載の有機発光素子。

【請求項6】 一般式【I1】のR5、R6およびR7が、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であり、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つが、

【外13】



または、

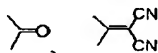
【外14】



を有する縮合多環基である請求項2に記載の有機発光素子。

【請求項7】 一般式【I1】のR5、R6およびR7の少なくとも2つが、

【外15】



または、

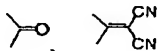
【外16】



を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基である請求項2に記載の有機発光素子。

【請求項8】 一般式【I1】のR5、R6およびR7が、

【外17】



または、

【外18】



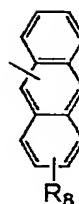
を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基である請求項2または7に記載の有機発光素子。

【請求項9】 一般式【I】および【I1】のR1、R2、R3、R4、R5、R6またはR7が、下記一般式【I11】で示される縮合多環芳香族基である請求項1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式【I11】

【外19】

4

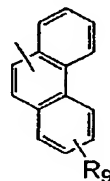


(式中、R8は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

【請求項10】 一般式【I】および【I1】のR1、R2、R3、R4、R5、R6またはR7が、下記一般式【I1V】で示される縮合多環芳香族基である請求項1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式【I1V】

【外20】

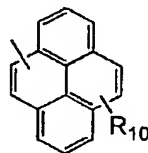


(式中、R9は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

【請求項11】 一般式【I】および【I1】のR1、R2、R3、R4、R5、R6またはR7が、下記一般式【V】で示される縮合多環芳香族基である請求項1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式【V】

【外21】

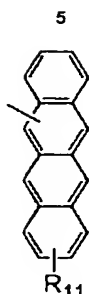


(式中、R10は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

【請求項12】 一般式【I】および【I1】のR1、R2、R3、R4、R5、R6またはR7が、下記一般式【V1】で示される縮合多環芳香族基である請求項1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式【V1】

【外22】

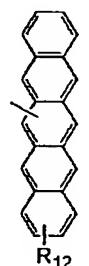


(式中、 $R_{11}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

【請求項13】 一般式 [I] および [II] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [VII] で示される縮合多環芳香族基である請求項1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式 [VII]

【外23】

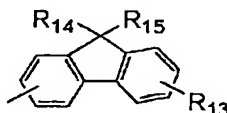


(式中、 $R_{12}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

【請求項14】 一般式 [I] および [II] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [VIII] で示される縮合多環芳香族基である請求項1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式 [VIII]

【外24】



(式中、 $R_{13}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $R_{14}$ 、 $R_{15}$  はアルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基を表わす。)

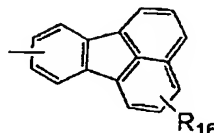
【請求項15】 一般式 [I] および [II] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [IX] で示される縮合多環芳香族基である請求項

6

1、2、3または6に記載の有機発光素子。

一般式 [IX]

【外25】

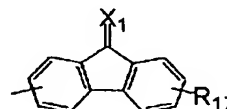


(式中、 $R_{16}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

【請求項16】 一般式 [I] および [II] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [X] で示される縮合多環芳香族基である請求項1乃至8のいずれかに記載の有機発光素子。

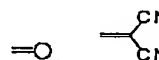
一般式 [X]

【外26】



(式中、 $R_{17}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $X_1$  は、

【外27】



または、

【外28】

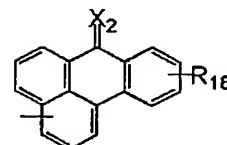


を表わす。)

【請求項17】 一般式 [I] および [II] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [XI] で示される縮合多環芳香族基である請求項1乃至8のいずれかに記載の有機発光素子。

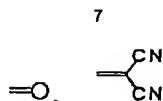
一般式 [XI]

【外29】



(式中、 $R_{18}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $X_2$  は、

【外30】



または、

【外31】

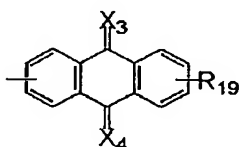


を表わす。)

【請求項18】 一般式 [I] および [II] の R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> または R<sub>7</sub> が、下記一般式 [XII] で示される縮合多環芳香族基である請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機発光素子。 10

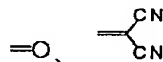
一般式 [XII]

【外32】



(式中、R<sub>19</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>3</sub> および X<sub>4</sub> は、

【外33】



または、

【外34】

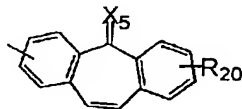


を表わす。X<sub>3</sub> および X<sub>4</sub> は、同じであっても異なってもよい。)

【請求項19】 一般式 [I] および [II] の R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> または R<sub>7</sub> が、下記一般式 [XIII] で示される縮合多環芳香族基である請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機発光素子。

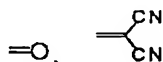
一般式 [XIII]

【外35】



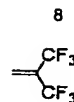
(式中、R<sub>20</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>5</sub> は、

【外36】



または、

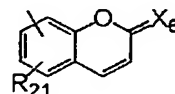
【外37】



を表わす。)

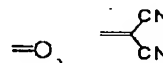
【請求項20】 一般式 [I] および [II] の R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> または R<sub>7</sub> が、下記一般式 [XIV] で示される縮合多環複素環基である請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機発光素子。一般式 [XIV]

【外38】



(式中、R<sub>21</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>6</sub> は、

【外39】



または、

【外40】

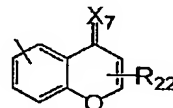


を表わす。)

【請求項21】 一般式 [I] および [II] の R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> または R<sub>7</sub> が、下記一般式 [XV] で示される縮合多環複素環基である請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機発光素子。

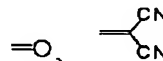
一般式 [XV]

【外41】



(式中、R<sub>22</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>7</sub> は、

【外42】



または、

【外43】

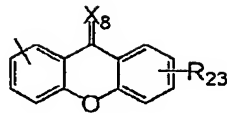


を表わす。)

【請求項22】 一般式 [I] および [II] の R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> または R<sub>7</sub> が、下記一般式 [XVI] で示される縮合多環複素環基である請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機発光素子。

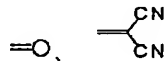
一般式 [XVI]

【外44】



(式中、R<sub>23</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>8</sub> は、

【外45】



または、

【外46】

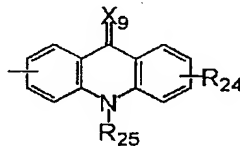


を表わす。)

【請求項23】 一般式 [I] および [II] の R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> または R<sub>7</sub> が、下記一般式 [XVII] で示される縮合多環複素環基である請求項1乃至8のいずれかに記載の有機発光素子。

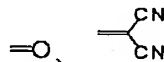
一般式 [XVII]

【外47】



(式中、R<sub>24</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。R<sub>25</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基を表わす。X<sub>9</sub> は、

【外48】



または、

【外49】



を表わす。)

【請求項24】 有機化合物からなる層のうち少なくとも電子輸送層が、一般式 [I] または [II] で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項25】 有機化合物からなる層のうち少なくと

も発光層が、一般式 [I] または [II] で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の有機発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、新規な有機化合物およびそれを用いた有機発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 有機発光素子は、陽極と陰極間に蛍光性有機化合物を含む薄膜を挟持させて、各電極から電子およびホール（正孔）を注入することにより、蛍光性化合物の励起子を生成させ、この励起子が基底状態にもどる際に放射される光を利用する素子である。

【0003】 1987年コダック社の研究 (Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987)) では、陽極にITO、陰極にマグネシウム銀の合金をそれぞれ用い、電子輸送材料および発光材料としてアルミニウムキノリノール錯体を用いたホール輸送材料にトリフェニルアミン誘導体を用いた機能分離型2層構成の素子で、10V程度の印加電圧において1000cd/m<sup>2</sup>程度の発光が報告されている。関連の特許としては、米国特許4,539,507号、米国特許4,720,432, 米国特許4,885,211号等が挙げられる。

【0004】 また、蛍光性有機化合物の種類を変えることにより、紫外から赤外までの発光が可能であり、最近では様々な化合物の研究が活発に行われている。例えば、米国特許5,151,629号、米国特許5,409,783号、米国特許5,382,477号、特開平2-247278号公報、特開平3-255190号公報、特開平5-202356号公報、特開平9-202878号公報、特開平9-227576号公報等に記載されている。

【0005】 さらに、上記のような低分子材料を用いた有機発光素子の他にも、共役系高分子を用いた有機発光素子が、ケンブリッジ大学のグループ (Nature, 347, 539 (1990)) により報告されている。この報告ではポリフェニレンビニレン (PPV) を塗工系で成膜することにより、単層で発光を確認している。

【0006】 共役系高分子を用いた有機発光素子の関連特許としては、米国特許5,247,190号、米国特許5,514,878号、米国特許5,672,678号、特開平4-145192号公報、特開平5-247460号公報等が挙げられる。

【0007】 このように有機発光素子における最近の進歩は著しく、その特徴は低印加電圧で高輝度、発光波長の多様性、高速応答性、薄型、軽量の発光デバイス化が可能であることから、広汎な用途への可能性を示唆している。

【0008】 しかしながら、現状では更なる高輝度の光出力あるいは高変換効率が必要である。また、長時間の



使用による経時変化や酸素を含む雰囲気気体や湿気などによる劣化等の耐久性の面で未だ多くの問題がある。さらにはフルカラーディスプレイ等への応用を考えた場合の色純度の良い青、緑、赤の発光が必要となるが、これらの問題に関してもまだ十分でない。

【0009】電子輸送層や発光層などに用いる蛍光性有機化合物として、芳香族化合物や縮合多環芳香族化合物が数多く研究されている。例えば、特開平4-68076号公報、特開平5-32966号公報、特開平6-228552号公報、特開平6-240244号公報、特開平7-109454号公報、特開平8-311442号公報、特開平9-241629号公報、特開2000-26334号公報、特開2000-268964号公報などが挙げられるが、発光輝度や耐久性が十分に満足できるものは得られていない。

【0010】

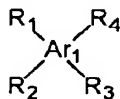
【発明が解決しようとする課題】本発明は、特定な縮合多環化合物を用い、極めて高効率で高輝度な光出力を有する有機発光素子を提供することにある。また、極めて耐久性のある有機発光素子を提供する事にある。さらには製造が容易でかつ比較的安価に作成可能な有機発光素子を提供する事にある。

【0011】

【課題を解決するための手段】よって本発明は、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物からなる層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層の少なくとも一層が下記一般式【I】で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする有機発光素子を提供する。

【0012】一般式【I】

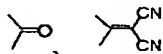
【外50】



【0013】（式中、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わす。 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  は、同じであっても異なってもよい。

【0014】ただし、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも2つは、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、

【外51】



【0015】または、  
【外52】

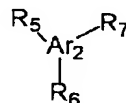


【0016】を有する縮合多環基を表わす。

【0017】 $Ar_1$  は、2価乃至4価のナフチレン基、フルオレニレン基、アントラセニレン基、フェナントレニレン基、ピレニレン基、トリフェニレン基、チオフェニレン基、ピリジレン基、ピラジレン基、ピリミジレン基、ピリダジレン基を表わす。）また本発明は、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物からなる層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層の少なくとも一層が下記一般式【I1】で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする有機発光素子を提供する。

【0018】一般式【I1】

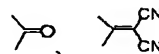
【外53】



【0019】（式中、 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わす。 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、同じであっても異なってもよい。

【0020】ただし、 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  の少なくとも2つは、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、

【外54】



【0021】または、  
【外55】



【0022】を有する縮合多環基を表わす。

【0023】 $Ar_2$  は、2価乃至3価のピラゾレン基、ピラゾリレン基、トリアジレン基、トリアゾレン基、オキサゾレン基、イソオキサゾレン基、チアゾレン基を表わす。）

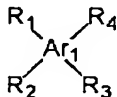
【0024】

【発明の実施の形態】本発明の有機発光素子は、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物からなる層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層

の少なくとも一層が下記一般式〔I〕で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする。

【0025】一般式〔I〕

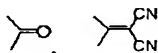
【外56】



【0026】（式中、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わす。 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  は、同じであっても異なってもよい。

【0027】ただし、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも2つは、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、

【外57】



【0028】または、

【外58】

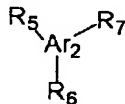


【0029】を有する縮合多環基を表わす。

【0030】 $Ar_1$  は、2価乃至4価のナフチレン基、フルオレニレン基、アントラセニレン基、フェナントレニレン基、ピレニレン基、トリフェニレン基、チオフェニレン基、ピリジレン基、ピラジレン基、ピリミジレン基、ピリダジレン基を表わす。）また本発明の有機発光素子は、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物からなる層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層の少なくとも一層が下記一般式〔I1〕で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする。

【0031】一般式〔I1〕

【外59】



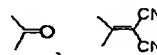
【0032】（式中、 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わす。 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、同じであっても異なってもよい。

$R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  は、同じであっても異なってもよい。

もよい。

【0033】ただし、 $R_5$ 、 $R_6$  および  $R_7$  の少なくとも2つは、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基を表わし、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つは、

【外60】



【0034】または、

【外61】

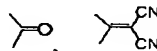


【0035】を有する縮合多環基を表わす。

【0036】 $Ar_2$  は、2価乃至3価のピラゾレン基、ピラゾリレン基、トリアジレン基、トリアゾレン基、オキサゾレン基、イソオキサゾレン基、チアゾレン基を表わす。）

本発明の有機発光素子は、一般式〔I〕の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも3つが、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であり、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つが、

【外62】



【0037】または、

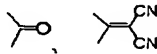
【外63】



【0038】を有する縮合多環基であることが好ましい。

【0039】本発明の有機発光素子は、一般式〔I〕の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも2つが、

【外64】



【0040】または、

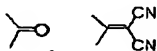
【外65】



【0041】を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であることが好ましい。

【0042】本発明の有機発光素子は、一般式〔I〕の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  および  $R_4$  の少なくとも3つが、

【外66】



【0043】または、

15

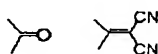
【外 67】



【0044】を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であることが好ましい。

【0045】本発明の有機発光素子は、一般式【I I】の $R_5$ 、 $R_6$ および $R_7$ が、置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であり、かつこれらの縮合多環芳香族基または縮合多環複素環基の少なくとも1つが、

【外 68】



【0046】または、

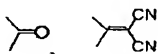
【外 69】



【0047】を有する縮合多環基であることが好ましい。

【0048】本発明の有機発光素子は、一般式【I I】の $R_5$ 、 $R_6$ および $R_7$ の少なくとも2つが、

【外 70】



【0049】または、

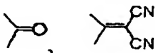
【外 71】



【0050】を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であることが好ましい。

【0051】本発明の有機発光素子は、一般式【I I】の $R_5$ 、 $R_6$ および $R_7$ が、

【外 72】



【0052】または、

【外 73】



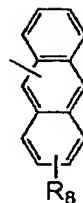
【0053】を有する置換あるいは無置換の縮合多環芳香族基または置換あるいは無置換の縮合多環複素環基であることが好ましい。

【0054】本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【I I】の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ または $R_7$ が、下記一般式【I I I】で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0055】一般式【I I I】

【外 74】

16

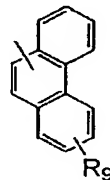


【0056】(式中、 $R_8$ は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【I I】の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ または $R_7$ が、下記一般式【I V】で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0057】一般式【I V】

【外 75】

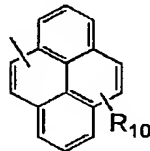


【0058】(式中、 $R_9$ は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【I I】の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ または $R_7$ が、下記一般式【V】で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0059】一般式【V】

【外 76】

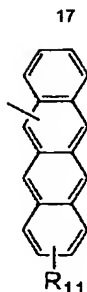


【0060】(式中、 $R_{10}$ は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。)

本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【I I】の $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ または $R_7$ が、下記一般式【V I】で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0061】一般式【V I】

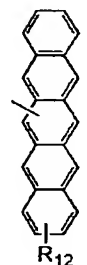
【外 77】



【0062】（式中、 $R_{11}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。）

本発明の有機発光素子は、一般式 [I] および [I I] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [V I I] で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

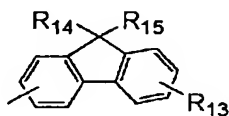
【0063】一般式 [V I I]  
【外78】



【0064】（式中、 $R_{12}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。）

本発明の有機発光素子は、一般式 [I] および [I I] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [V I I I] で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0065】一般式 [V I I I]  
【外79】



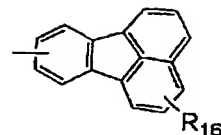
【0066】（式中、 $R_{13}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $R_{14}$ 、 $R_{15}$  はアルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基を表わす。）

本発明の有機発光素子は、一般式 [I] および [I I] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [I X] で示される縮合多環芳香族基である

18

ことが好ましい。

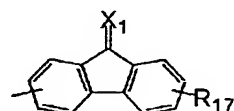
【0067】一般式 [I X]  
【外80】



【0068】（式中、 $R_{16}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。）

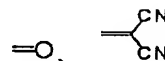
本発明の有機発光素子は、一般式 [I] および [I I] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [X] で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0069】一般式 [X]  
【外81】



【0070】（式中、 $R_{17}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $X_1$  は、

【外82】

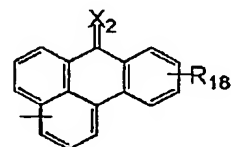


【0071】または、  
【外83】



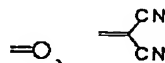
【0072】を表わす。）本発明の有機発光素子は、一般式 [I] および [I I] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [X I] で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

【0073】一般式 [X I]  
【外84】



【0074】（式中、 $R_{18}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $X_2$  は、

【外85】



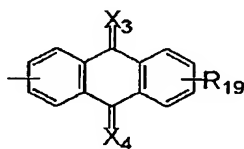
【0075】または、  
【外86】



【0076】を表わす。) 本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【II】のR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>またはR<sub>7</sub>が、下記一般式【XII】で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

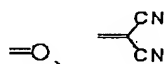
【0077】一般式【XII】

【外87】



【0078】(式中、R<sub>19</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>3</sub> およびX<sub>4</sub> は、

【外88】



【0079】または、  
【外89】

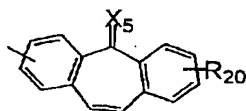


【0080】を表わす。X<sub>3</sub> およびX<sub>4</sub> は、同じであっても異なってもよい。) 本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【II】

のR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>またはR<sub>7</sub>が、下記一般式【XIII】で示される縮合多環芳香族基であることが好ましい。

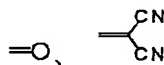
【0081】一般式【XIII】

【外90】



【0082】(式中、R<sub>20</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>5</sub> は、

【外91】



【0083】または、  
【外92】

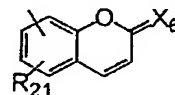


【0084】を表わす。) 本発明の有機発光素子は、

一般式【I】および【II】のR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>またはR<sub>7</sub>が、下記一般式【XIV】で示される縮合多環複素環基であることが好ましい。

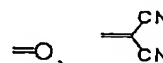
【0085】一般式【XIV】

【外93】



【0086】(式中、R<sub>21</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>6</sub> は、

【外94】



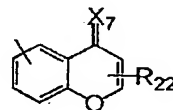
【0087】または、  
【外95】



【0088】を表わす。) 本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【II】のR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>またはR<sub>7</sub>が、下記一般式【XV】で示される縮合多環複素環基であることが好ましい。

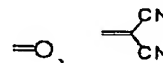
【0089】一般式【XV】

【外96】



【0090】(式中、R<sub>22</sub> は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。X<sub>7</sub> は、

【外97】



【0091】または、  
【外98】



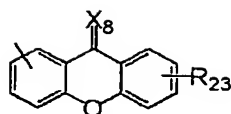
【0092】を表わす。) 本発明の有機発光素子は、一般式【I】および【II】

のR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>またはR<sub>7</sub>が、下記一般式【XVI】で示される縮合多環複素環基であることが好ましい。

【0093】一般式【XVI】

【外99】

21



【0094】（式中、 $R_{23}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $X_8$  は、

【外100】



【0095】または、

【外101】

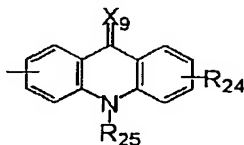


【0096】を表わす。）

本発明の有機発光素子は、一般式 [I] および [II] の  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  または  $R_7$  が、下記一般式 [XVII] で示される縮合多環複素環基であることが好ましい。

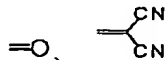
【0097】一般式 [XVII]

【外102】



【0098】（式中、 $R_{24}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換アミノ基またはシアノ基を表わす。 $R_{25}$  は水素原子、アルキル基、置換あるいは無置換のアラルキル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基を表わす。 $X_9$  は、

【外103】



【0099】または、

【外104】



【0100】を表わす。）

本発明の有機発光素子は、有機化合物からなる層のうち少なくとも電子輸送層が、一般式 [I] または [II] で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することが好ましい。

【0101】本発明の有機発光素子は、有機化合物からなる層のうち少なくとも発光層が、一般式 [I] または [II] で示される縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することが好ましい。

22

【0102】上記一般式 [I] ～一般式 [XVII] における置換基の具体例を以下に示す。

【0103】アルキル基としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*iso*-プロピル基、*n*-ブチル基、*tert*-ブチル基、オクチル基などが挙げられる。

【0104】アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基などが挙げられる。

【0105】アリール基としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、スチリル基などが挙げられる。

【0106】複素環基としては、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ターチエニル基、ターピロリル基などが挙げられる。

【0107】縮合多環芳香族基としては、ナフチル基、フルオレニル基、アンスリル基、フェナンスリル基、フルオランテニル基、ピレニル基、テトラセニル基、ペンタセニル基、ペリレニル基、トリフェニレニル基などが挙げられる。

【0108】縮合多環複素環基としては、キノリル基、カルバゾリル基、アクリジリル基、フェナントロリル基などが挙げられる。

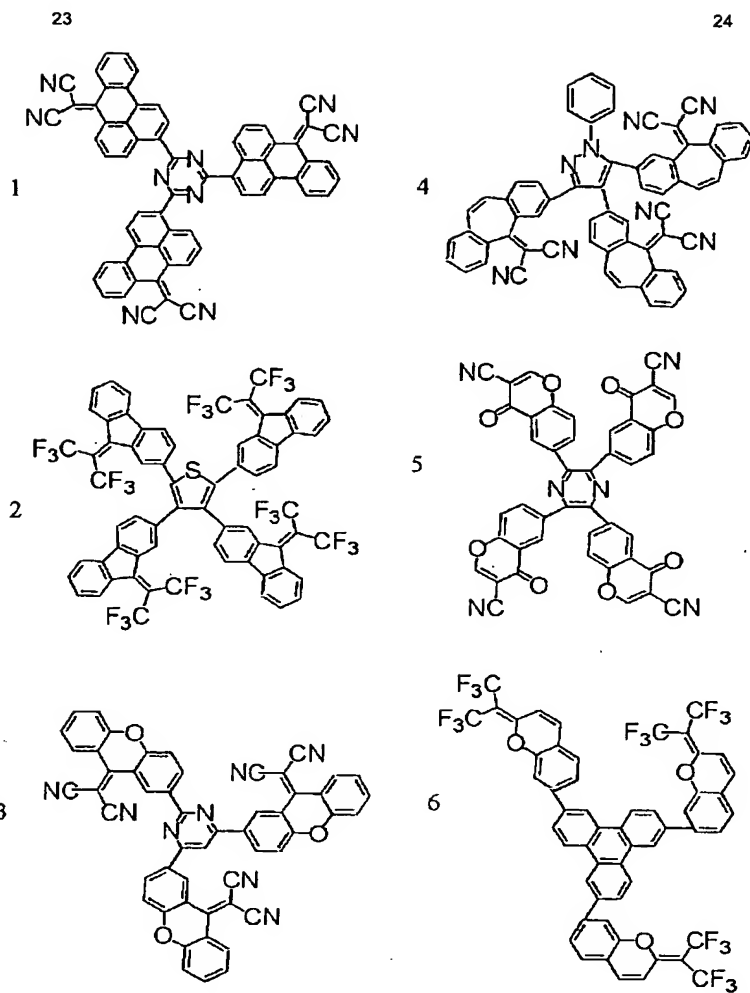
【0109】置換アミノ基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジアニソリルアミノ基、ジュロリル基などが挙げられる。

【0110】上記置換基が有してもよい置換基としては、メチル基、エチル基、プロピル基などのアルキル基、ベンジル基、フェネチル基などのアラルキル基、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、スチリル基などのアリール基、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ターチエニル基、ターピロリル基などの複素環基、ナフチル基、フルオレニル基、アンスリル基、フェナンスリル基、フルオランテニル基、ピレニル基、テトラセニル基、ペンタセニル基、ペリレニル基、トリフェニレニル基などの縮合多環芳香族基、キノリル基、カルバゾリル基、アクリジリル基、フェナントロリル基などの縮合多環複素環基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジアニソリルアミノ基、ジュロリル基などの置換アミノ基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、フェノキシ基などのアルコキシ基、シアノ基などが挙げられる。

【0111】次に、本発明の縮合多環化合物の代表例を以下に挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

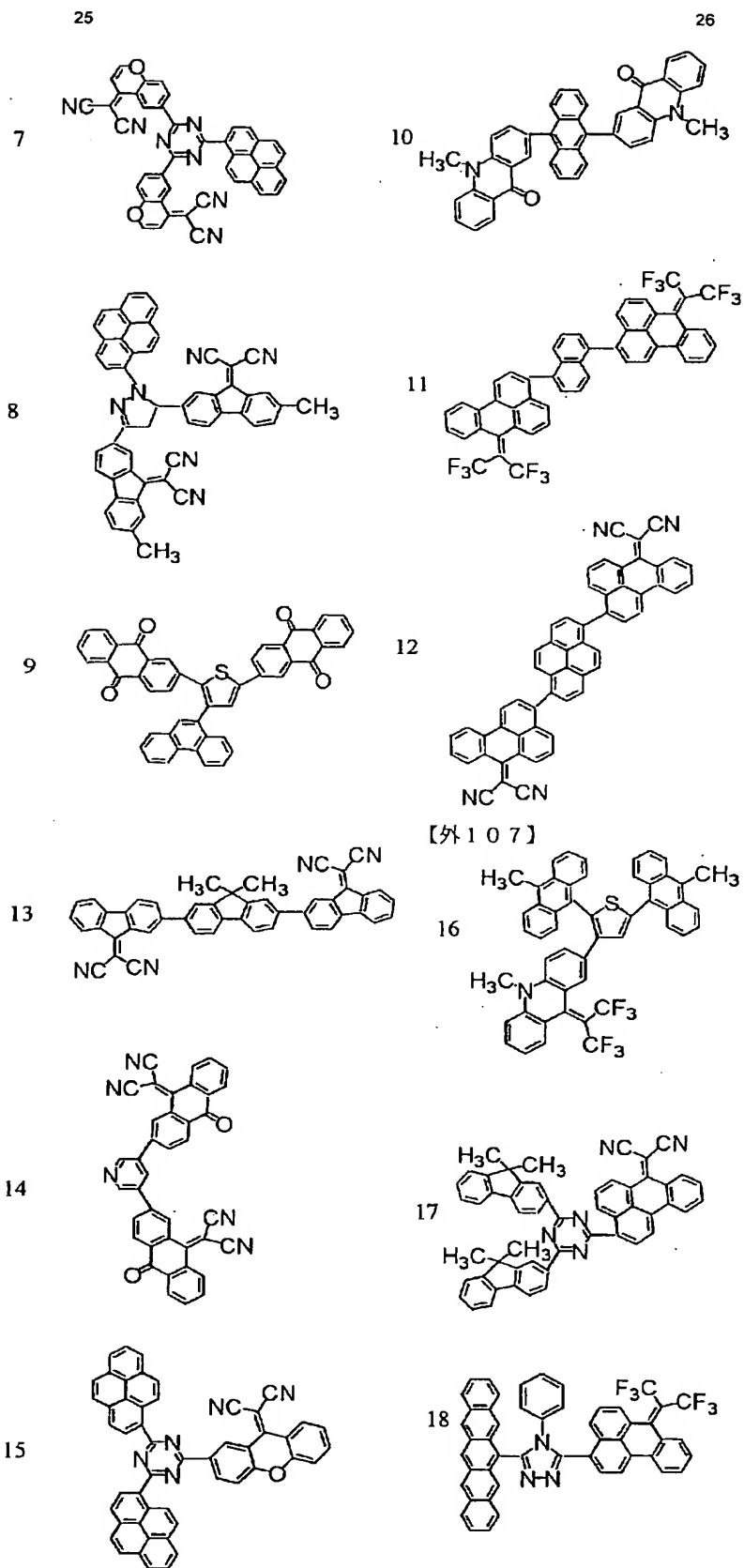
【0112】[本実施形態の化合物例]

【外105】



【0113】

【外106】



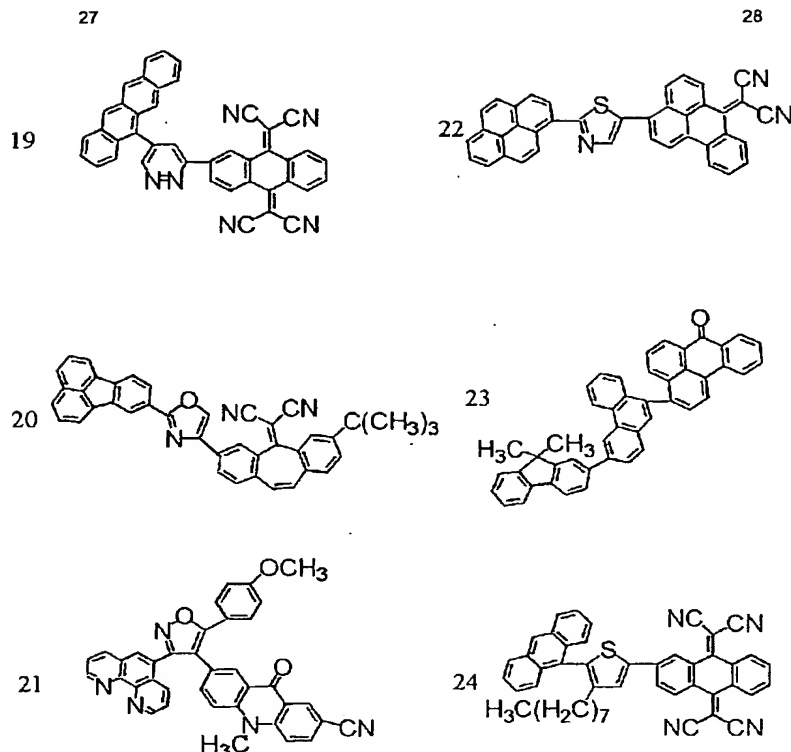
【0114】

【外107】

【0115】

【外108】





【0116】本発明の縮合多環化合物は、一般的に知られている方法で合成でき、例えば、パラジウム触媒を用いたSuzuki coupling法（例えばChem. Rev. 1995, 95, 2457）、ニッケル触媒を用いたYamamoto法（例えばBull. Chem. Soc. Jpn, 51, 2091, 1978）、アリールスズ化合物を用いて合成する方法（例えばJ. Org. Chem., 52, 4296, 1987）などの合成法で得ることができる。

【0117】また、本発明の縮合多環化合物は、Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 31, 1101, 1992、Tetrahedron Lett., 38, 1081, 1997およびTetrahedron Lett., 40, 8625, 1999などに記載の公知の方法で合成できる。

【0118】本発明の一般式【I】または【II】で示される縮合多環化合物は、従来の化合物に比べ電子輸送性、発光性および耐久性の優れた化合物であり、有機発光素子の有機化合物を含む層、特に、電子輸送層および発光層として有用であり、また真空蒸着法や溶液塗布法などによって形成した層は結晶化などが起こりにくく経時安定性に優れている。

【0119】次に、本発明の有機発光素子について詳細に説明する。

【0120】本発明の有機発光素子は、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された一または複数の有機化合物を含む層を少なくとも有する有機発光素子において、前記有機化合物を含む層の少なくとも一層が一般式【I】または【II】で示される縮合多

環化合物の少なくとも一種を含有することを特徴とする。

【0121】本発明の有機発光素子は、有機化合物を含む層のうち少なくとも電子輸送層または発光層が、前記縮合多環化合物の少なくとも一種を含有することが好ましい。

【0122】本発明の有機発光素子においては、上記一般式【I】または【II】で示される縮合多環化合物を真空蒸着法や溶液塗布法により陽極及び陰極の間に形成する。その有機層の厚みは10μmより薄く、好ましくは0.5μm以下、より好ましくは0.01~0.5μmの厚みに薄膜化することが好ましい。

【0123】図1~図6に本発明の有機発光素子の好ましい例を示す。

【0124】図1は本発明の有機発光素子の一例を示す断面図である。図1は基板1上に陽極2、発光層3及び陰極4を順次設けた構成のものである。ここで使用する発光素子はそれ自体でホール輸送能、エレクトロン輸送能及び発光性の性能を単一で有している場合や、それぞれの特性を有する化合物を混ぜて使う場合に有用である。

【0125】図2は本発明の有機発光素子における他の例を示す断面図である。図2は基板1上に陽極2、ホール輸送層5、電子輸送層6及び陰極4を順次設けた構成のものである。この場合は発光物質はホール輸送性あるいは電子輸送性のいずれかあるいは両方の機能を有している材料をそれぞれの層に用い、発光性の無い単なるホール輸送物質あるいは電子輸送物質と組み合わせて用いる場合に有用である。また、この場合発光層3はホー

ル輸送層5あるいは電子輸送層6のいずれかから成る。

【0126】図3は本発明の有機発光素子における他の例を示す断面図である。図3は基板1上に陽極2、ホール輸送層5、発光層3、電子輸送層6及び陰極4を順次設けた構成のものである。これはキャリア輸送と発光の機能を分離したものであり、ホール輸送性、電子輸送性、発光性の各特性を有した化合物と適時組み合わせ用いられ極めて材料選択の自由度が増すとともに、発光波長を異にする種々の化合物が使用できるため、発光色相の多様化が可能になる。

【0127】さらに、中央の発光層に各キャリアあるいは励起子を有効に閉じこめて発光効率の向上を図ることも可能になる。

【0128】図4は本発明の有機発光素子における他の例を示す断面図である。図4は図3に対してホール注入層7を陽極側に挿入した構成であり、陽極とホール輸送層の密着性改善あるいはホールの注入性改善に効果があり、低電圧化に効果的である。

【0129】図5および図6は本発明の有機発光素子における他の例を示す断面図である。図5および図6は、図3および図4に対してホールあるいは励起子(エキシトン)を陰極側に抜けることを阻害する層(ホールブロッキング層8)を、発光層、電子輸送層間に挿入した構成である。イオン化ポテンシャルの非常に高い化合物をホールブロッキング層8として用いる事により、発光効率の向上に効果的な構成である。

【0130】ただし、図1～図6はあくまでごく基本的な素子構成であり、本発明の化合物を用いた有機発光素子の構成はこれらに限定されるものではない。例えば、電極と有機層界面に絶縁性層を設ける、接着層あるいは干渉層を設ける。ホール輸送層がイオン化ポテンシャルの異なる2層から構成される。など多様な層構成をとることができる。

【0131】本発明に用いられる一般式【I】または【II】で示される縮合多環化合物は、従来の化合物に比べ電子輸送性、発光性および耐久性の優れた化合物であり、図1～図6のいずれの形態でも使用することができる。

【0132】特に、本発明の縮合多環化合物を用いた有機層は、電子輸送層および発光層として有用であり、また真空蒸着法や溶液塗布法などによって形成した層は結晶化などが起こりにくく経時安定性に優れている。

【0133】本発明は、電子輸送層および発光層の構成成分として一般式【I】または【II】で示される縮合多環化合物を用いるものであるが、これまで知られているホール輸送性化合物、発光性化合物あるいは電子輸送性化合物などを必要に応じて一緒に使用することもできる。

【0134】以下にこれらの化合物例を挙げる。

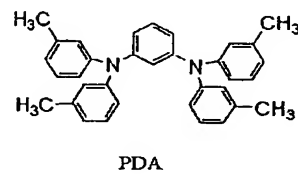
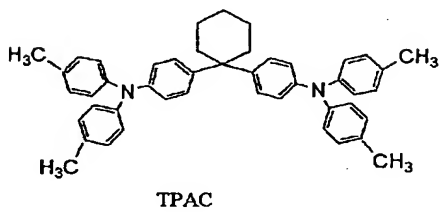
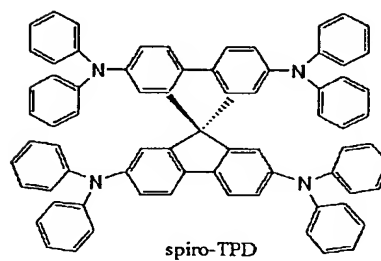
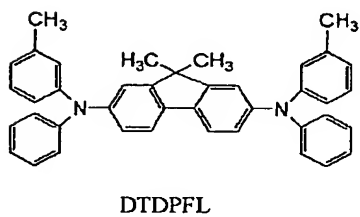
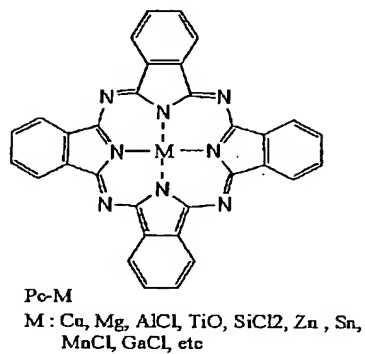
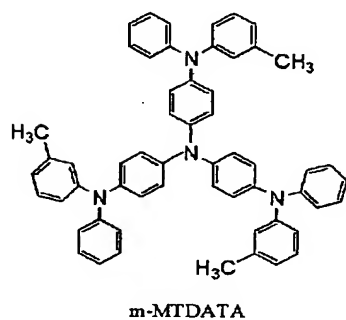
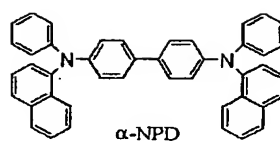
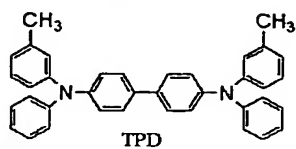
【0135】ホール輸送性化合物

【外109】

31

32

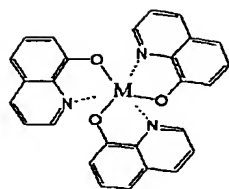
表1 ホール輸送性化合物



【0136】電子輸送性発光材料

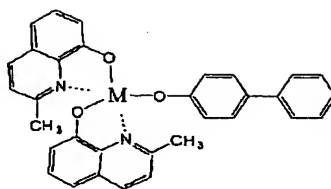
【外110】

33

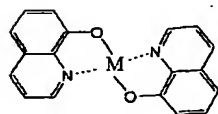


M : Al, Ga

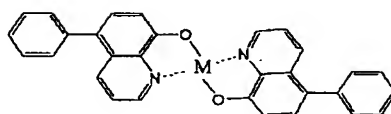
34



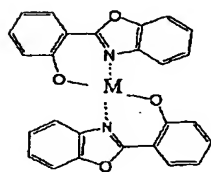
M : Al, Ga



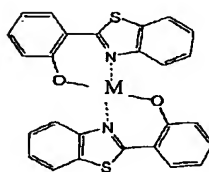
M : Zn, Mg, Be



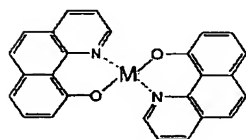
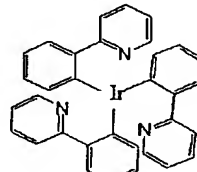
M : Zn, Mg, Be



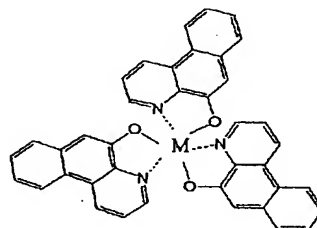
M : Zn, Mg, Be



M : Zn, Mg, Be



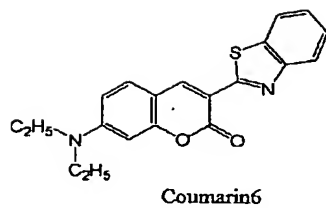
M : Zn, Mg, Be

M : Al, Ga  
30

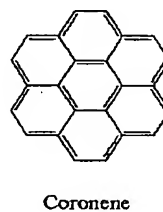
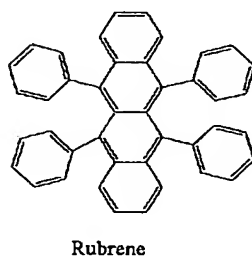
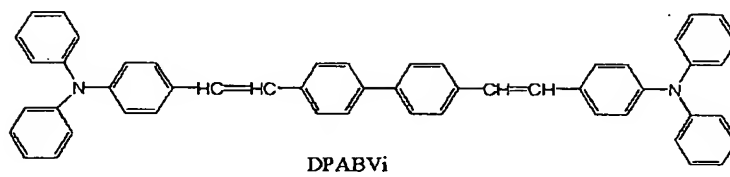
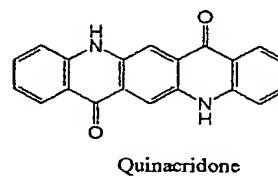
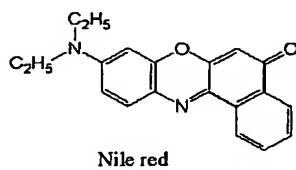
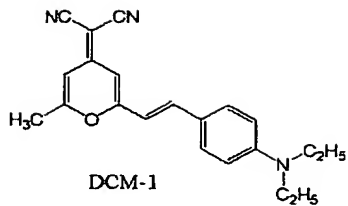
【0137】発光材料

【外111】

35



36



【0138】発光層マトリックス材料および電子輸送材料

【外112】

30

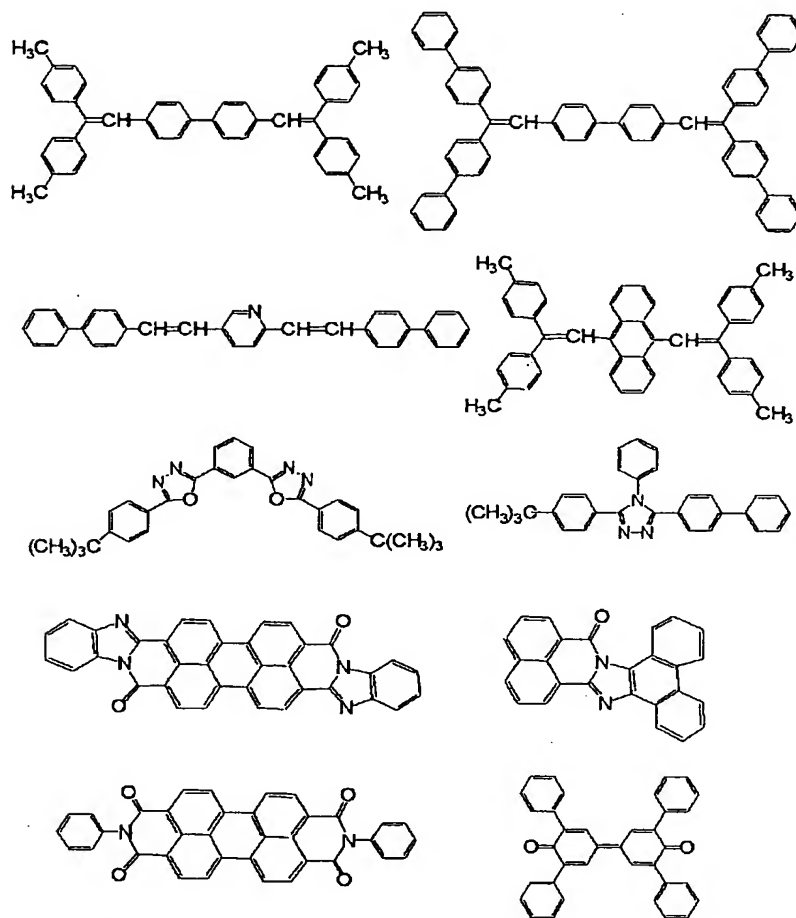
40

50

37

38

表4 発光層マトリックス材料および電子輸送材料

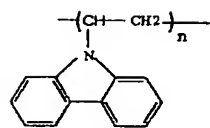


【0139】ポリマー系ホール輸送性材料

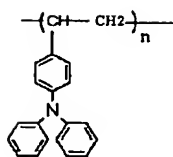
30

【外113】

39

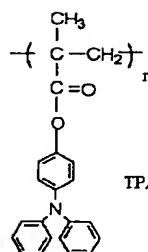


PVCz

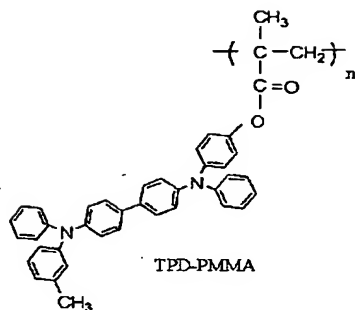


DPA-PS

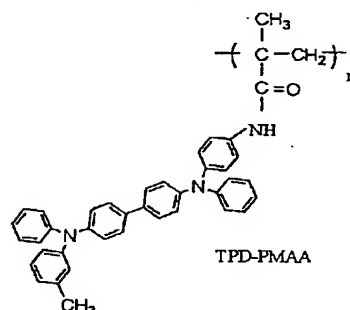
40



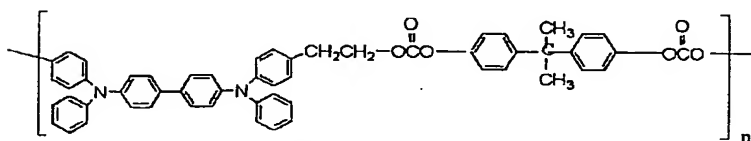
TPA-PMMA



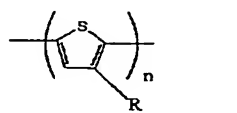
TPD-PMMA



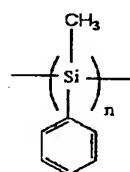
TPD-MAA



TPD-PCA

R: C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>, C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>, C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>

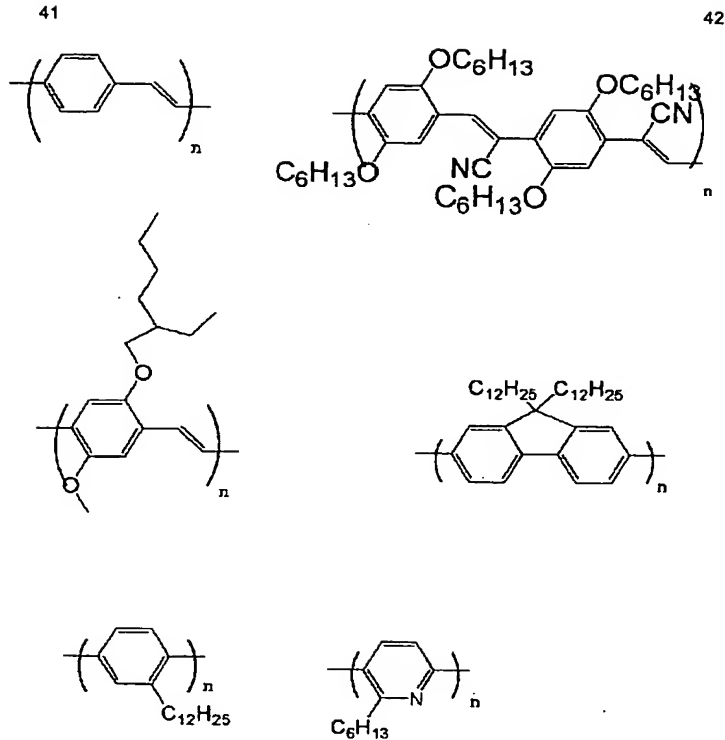
Poly thiophene



Poly silicone

【0140】ポリマー系発光材料および電荷輸送性材料

【外114】



【0141】本発明の有機発光素子において、一般式〔I〕または〔II〕で示される縮合多環化合物を含有する層および他の有機化合物を含有する層は、一般には真空蒸着法あるいは、適当な溶媒に溶解させて塗布法により薄膜を形成する。特に塗布法で成膜する場合は、適当な結着樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。

【0142】上記結着樹脂としては広範囲な結着性樹脂より選択でき、たとえばポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリスチレン樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ブチラール樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリスルホン樹脂、尿素樹脂等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、これらは単独または共重合体ポリマーとして1種または2種以上混合してもよい。

【0143】陽極材料としては仕事関数になるべく大きなものがよく、例えば、金、白金、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム等の金属単体あるいはこれらの合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化錫インジウム（ITO）、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。また、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフェニレンスルフィド等の導電性ポリマーも使用できる。これらの電極物質は単独で用いてもよく、複数併用することもできる。

【0144】一方、陰極材料としては仕事関数の小さなものがよく、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、インジウム、銀、

鉛、錫、クロム等の金属単体あるいは複数の合金として用いることができる。酸化錫インジウム（ITO）等の金属酸化の利用も可能である。また、陰極は一層構成でもよく、多層構成をとることもできる。

【0145】本発明で用いる基板としては、特に限定するものではないが、金属製基板、セラミックス製基板等の不透光性基板、ガラス、石英、プラスチックシート等の透明性基板が用いられる。また、基板にカラーフィルター膜、蛍光色変換フィルター膜、誘電体反射膜などを用いて発色光をコントロールする事も可能である。

【0146】なお、作成した素子に対して、酸素や水分等との接触を防止する目的で保護層あるいは封止層を設けることもできる。保護層としては、ダイヤモンド薄膜、金属酸化物、金属窒化物等の無機材料膜、フッ素樹脂、ポリパラキシレン、ポリエチレン、シリコン樹脂、ポリスチレン樹脂等の高分子膜さらには、光硬化性樹脂等が挙げられる。また、ガラス、気体不透過性フィルム、金属などをカバーし、適当な封止樹脂により素子自体をパッケージングすることもできる。

【0147】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明していくが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0148】〔実施例1〕図2に示す構造の素子を作成した。

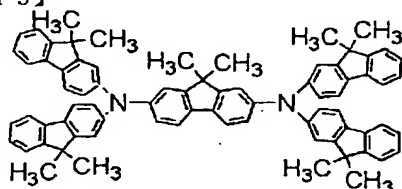
【0149】基板1としてのガラス基板上に、陽極2としての酸化錫インジウム（ITO）をスパッタ法にて120nmの膜厚で成膜したものを透明導電性支持基板として用いた。これをアセトン、イソプロピルアルコール



(IPA)で順次超音波洗浄し、次いでIPAで煮沸洗浄後乾燥した。さらに、UV/オゾン洗浄したものを透明導電性支持基板として使用した。

【0150】透明導電性支持基板上に下記構造式で示される化合物のクロロホルム溶液をスピンコート法により30nmの膜厚で成膜しホール輸送層5を形成した。

【外115】



【0151】さらに例示化合物No. 1で示される縮合多環化合物を真空蒸着法により40nmの膜厚で成膜し電子輸送層6を形成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は0.2~0.3 nm/secの条件で成膜した。

【0152】次に、陰極4として、アルミニウムとリチウム(リチウム濃度1原子%)からなる蒸着材料を用いて、上記有機層の上に、真空蒸着法により厚さ150nmの金属層膜を形成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は1.0~1.2 nm/secの条件で成膜した。

【0153】この様にして得られた素子に、ITO電極(陽極2)を正極、Al-Li電極(陰極4)を負極にして、8Vの直流電圧を印加すると8.0 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流が素子に流れ、2900 cd/m<sup>2</sup>の輝度で橙色の発光が観測された。

【0154】さらに、窒素雰囲気下で電流密度を5.0 mA/cm<sup>2</sup>に保ち100時間電圧を印加したところ、初期輝度1800 cd/m<sup>2</sup>から100時間後1600 cd/m<sup>2</sup>と輝度劣化は小さかった。

【0155】【実施例2~10】例示化合物No. 1に代えて、例示化合物No. 2, 4, 6, 8, 12, 15, 17, 22, 23を用いた他は実施例1と同様に素子を作成し、同様な評価を行った。

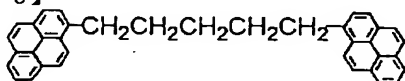
【0156】結果を表-1に示す。

【0157】【比較例1~6】例示化合物No. 1に代えて、下記構造式で示される化合物を用いた他は実施例1と同様に素子を作成し、同様な評価を行った。

【0158】結果を表-1に示す。

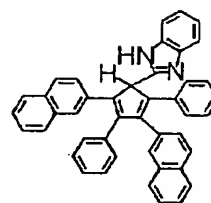
【0159】比較化合物No. 1

【外116】



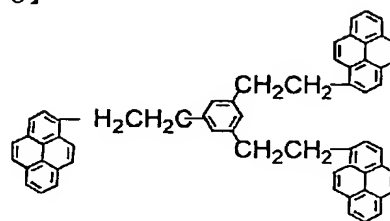
【0160】比較化合物No. 2

【外117】



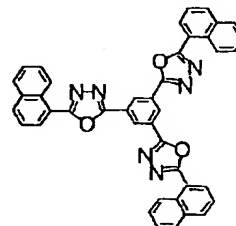
【0161】比較化合物No. 3

【外118】



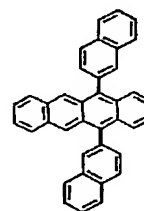
【0162】比較化合物No. 4

【外119】



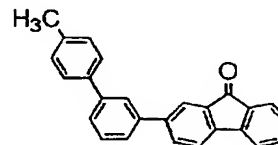
【0163】比較化合物No. 5

【外120】



【0164】比較化合物No. 6

【外121】



【0165】

【表1】

例No.	例示化合物 No.	初期 印加電圧 (V)	初期 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	耐久 (電流密度) 5.0 mA/cm <sup>2</sup>	初期 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	100時間後 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )
実施例1	1	8	3200		1600	1500
2	3	8	2900		1400	1200
3	4	8	3600		2000	1800
4	7	8	1900		950	850
5	8	8	3300		1900	1600
6	11	8	2400		1100	1000
7	14	8	1800		1000	900
8	16	8	2100		1200	1000
9	19	8	1600		1000	800
10	22	8	2200		1400	1200
比較例1	比較1	8	120		70	発光せず
2	比較2	8	300		210	50
3	比較3	8	170		90	発光せず
4	比較4	8	250		130	発光せず
5	比較5	8	400		280	100
6	比較6	8	130		90	発光せず

【0166】 [実施例11] 図3に示す構造の素子を作成した。

【0167】 実施例1と同様に、透明導電性支持基板上にホール輸送層5を形成した。

【0168】 さらにアルミニウムトリスキノリノールを真空蒸着法により20nmの膜厚で成膜し発光層3を形成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は0.2~0.3 nm/secの条件で成膜した。 20

【0169】 さらに例示化合物No. 1で示される縮合多環化合物を真空蒸着法により40nmの膜厚で成膜し電子輸送層6を形成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は0.2~0.3 nm/secの条件で成膜した。

【0170】 次に、陰極4として、アルミニウムとリチウム（リチウム濃度1原子%）からなる蒸着材料を用いて、上記有機層の上に、真空蒸着法により厚さ150nmの金属層膜を形成し、図3に示す構造の素子を作成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度 30

【0171】 この様にして得られた素子に、ITO電極

（陽極2）を正極、Al-Li電極（陰極4）を負極にして、8Vの直流電圧を印加すると9.6 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流が素子に流れ、8900 cd/m<sup>2</sup>の輝度で緑色の発光が観測された。

【0172】 さらに、窒素雰囲気下で電流密度を7.0 mA/cm<sup>2</sup>に保ち100時間電圧を印加したところ、初期輝度6700 cd/m<sup>2</sup>から100時間後6400 cd/m<sup>2</sup>と輝度劣化は小さかった。

【0173】 [実施例12~20] 例示化合物No. 1に代えて、例示化合物No. 3, 5, 7, 9, 11, 14, 19, 20, 24を用いた他は実施例11と同様に素子を作成し、同様な評価を行った。

【0174】 結果を表-2に示す。

【0175】 [比較例7~12] 例示化合物No. 1に代えて、比較化合物No. 1, 2, 3, 4, 5, 6を用いた他は実施例11と同様に素子を作成し、同様な評価を行った。

【0176】 結果を表-2に示す。

【0177】

【表2】

例No.	例示化合物 No.	初期 印加電圧 (V)	初期 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	耐久 (電流密度) 7.0 mA/cm <sup>2</sup>	初期 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	100時間後 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )
実施例11	1	8	7800		5800	5400
12	3	8	7000		5500	5300
13	5	8	8200		6500	6300
14	6	8	8400		6600	6200
15	9	8	5600		3600	3400
16	10	8	5200		3500	3100
17	12	8	6300		4700	4400
18	13	8	6700		5000	4800
19	18	8	4800		3200	2900
20	20	8	4900		2900	2600
比較例7	比較1	8	240		160	発光せず
8	比較2	8	350		220	50
9	比較3	8	320		250	発光せず
10	比較4	8	670		560	140
11	比較5	8	150		110	20
12	比較6	8	380		340	40

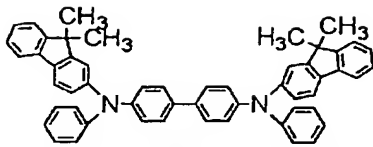
【0178】 [実施例21] 図3に示す構造の素子を作成した。

【0179】 実施例1と同様な透明導電性支持基板上に、下記構造式で示される化合物のクロロホルム溶液をスピンコート法により20nmの膜厚で成膜しホール輸 50

送層5を形成した。

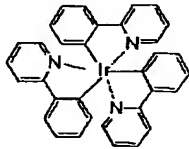
【外122】

47



【0180】さらに下記構造式で示される化合物および例示化合物No. 10で示される縮合多環化合物（重量比1：50）を真空蒸着法により20nmの膜厚で成膜し発光層3を形成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は0.2～0.3 nm/secの条件で成膜した。

【外123】



【0181】さらにアルミニウムトリスキノリノールを真空蒸着法により40nmの膜厚で成膜し電子輸送層6を形成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は0.2～0.3 nm/secの条件で成膜した。

【0182】次に、陰極4として、アルミニウムとリチウム（リチウム濃度1原子%）からなる蒸着材料を用いて、上記有機層の上に、真空蒸着法により厚さ150nm

表-3

例No.	例示化合物No.	初期印加電圧(V)	輝度(cd/m <sup>2</sup> )	耐久(電流密度)5.0 mA/cm <sup>2</sup>	初期輝度(cd/m <sup>2</sup> )	100時間後輝度(cd/m <sup>2</sup> )
実施例21	1	8	13000		9500	8400
22	2	8	11000		9200	8100
23	9	8	8600		6800	6000
24	15	8	9600		7700	6900
25	17	8	9900		9000	8300
比較例13	比較1	8	250		180	発光せず
14	比較2	8	440		310	40
15	比較3	8	350		250	発光せず
16	比較4	8	870		690	70
17	比較5	8	430		370	20
18	比較6	8	330		260	発光せず

【0190】

【発明の効果】以上説明のように、一般式【1】または【11】で示される縮合多環化合物を用いた有機発光素子は、低い印加電圧で高輝度な発光が得られ、耐久性にも優れている。特に本発明の縮合多環化合物を含有する有機層は、電子輸送層として優れ、かつ発光層としても優れている。

【0191】さらに、素子の作成も真空蒸着あるいはキャストリング法等を用いて作成可能であり、比較的安価で大面積の素子を容易に作成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における有機発光素子の一例を示す断面図である。

【図2】本発明における有機発光素子の他の例を示す断面図である。

【図3】本発明における有機発光素子の他の例を示す断

48

mの金属層膜を形成し、図3に示す構造の素子を作成した。蒸着時の真空度は $1.0 \times 10^{-4}$  Pa、成膜速度は1.0～1.2 nm/secの条件で成膜した。

【0183】この様にして得られた素子に、ITO電極（陽極2）を正極、Al-Li電極（陰極4）を負極にして、8Vの直流電圧を印加すると7.9 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流が素子に流れ、9100 cd/m<sup>2</sup>の輝度で緑色の発光が観測された。

【0184】さらに、窒素雰囲気下で電流密度を5.0 mA/cm<sup>2</sup>に保ち100時間電圧を印加したところ、初期輝度6500 cd/m<sup>2</sup>から100時間後6000 cd/m<sup>2</sup>と輝度劣化は小さかった。

【0185】【実施例22～25】例示化合物No. 10に代えて、例示化合物No. 13, 16, 18, 21を用いた他は実施例21と同様に素子を作成し、同様な評価を行った。

【0186】結果を表-3に示す。

【0187】【比較例13～18】例示化合物No. 10に代えて、比較化合物No. 1, 2, 3, 4, 5, 6を用いた他は実施例21と同様に素子を作成し、同様な評価を行った。

【0188】結果を表-3に示す。

【0189】

【表3】

面図である。

【図4】本発明における有機発光素子の他の例を示す断面図である。

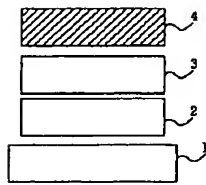
【図5】本発明における有機発光素子の他の例を示す断面図である。

【図6】本発明における有機発光素子の他の例を示す断面図である。

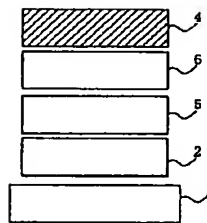
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 発光層
- 4 陰極
- 5 ホール輸送層
- 6 電子輸送層
- 7 ホール注入層
- 8 ホール/エキシトンブロッキング層

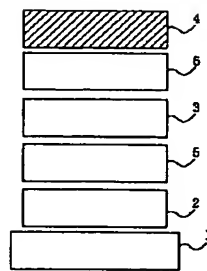
【図1】



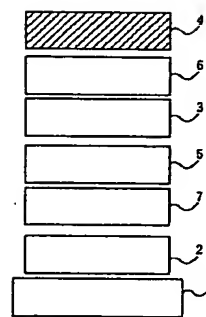
【図2】



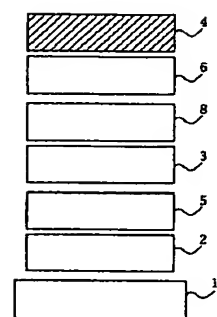
【図3】



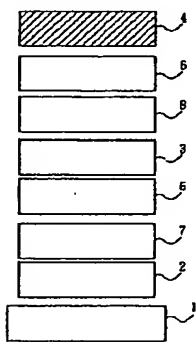
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 5 B 33/22

識別記号

F I  
H 0 5 B 33/22

テーマコード (参考)  
B